



DEUTSCHES  
PATENTAMT

- ②1 Aktenzeichen: P 37 43 315.6  
②2 Anmeldetag: 21. 12. 87  
④3 Offenlegungstag: 29. 6. 89

DE 3743315 A1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Moser, Winfried, Dipl.-Ing.; Klinke, Christian,  
Dipl.-Ing., 7140 Ludwigsburg, DE

⑤4 Auswerteinrichtung für das Meßsignal einer Lambdasonde

Die Erfindung betrifft eine Auswerteinrichtung (10) zum Gewinnen eines um Störungen bereinigten Ausgangssignals aus dem Meßsignal einer im Abgas einer Brennkraftmaschine anzuordnenden Lambdasonde. Die Auswerteinrichtung verfügt über eine Integriereinrichtung (11) und einen Zeitgeber (12), der den Startzeitpunkt und den Stoppzeitpunkt für die Integration durch die Integriereinrichtung festlegt. Der Stoppzeitpunkt ist um den Startzeitpunkt gerade um die Periodendauer einer Druckpulsation des Abgases verschoben. Diese Periodendauer wird vom Zeitgeber aus ihm zugeführten Betriebsgrößen berechnet, insbesondere aus der Drehzahl  $n$ . Der Startzeitpunkt wird so bestimmt, daß er mit dem Zeitpunkt zusammenfällt, zu dem das Abgas von einem bestimmten Zylinder die Lambdasonde erreicht. Dieses Bestimmen erfolgt durch Festlegen eines Kurbelwinkels abhängig von Betriebsgrößen, insbesondere wiederum der Drehzahl  $n$ . Die derart ausgebildete Auswerteinrichtung schaltet den Einfluß von Druckschwankungen auf das Meßsignal einer Lambdasonde zumindest weitgehend aus.

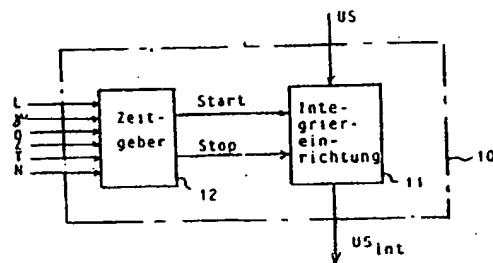


Fig. 3

DE 3743315 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Auswerteinrichtung zum Gewinnen eines um Störungen bereinigten Ausgangssignales aus dem Meßsignal einer im Abgas einer Brennkraftmaschine anzuordnenden Lambdasonde.

## Stand der Technik

Das Meßsignal einer Lambdasonde hängt von einer Mehrzahl von Größen ab, insbesondere von der festzustellenden Sauerstoffkonzentration im Abgas, aber auch von ihrer Temperatur und dem Abgasgegendruck. Im folgenden geht es um das Eliminieren der Druckeinflüsse.

Der Einfluß von Druckschwankungen auf das Meßsignal ist für eine Sonde vom Pumpstrom-Typ aus Fig. 1 und für eine Sonde vom Nernst-Typ aus Fig. 2, jeweils für einen Motor mit vier Zylindern erkennbar. In beiden Fällen wurde durch entsprechendes Zumessen der Kraftstoffmenge zu der den Zylindern zugeführten Luftmenge ein Lambdawert von 1,25 eingestellt. Wäre keine Druckabhängigkeit vorhanden gewesen, hätten die im Abgasstrom befindlichen Lambdasonden konstant eine Spannung entsprechend einem Lambdawert von 1,25 abgeben müssen.

Deutlich erkennbar ist dies nicht der Fall. Vielmehr zeigt Fig. 1 starke Schwankungen mit Maximalabweichungen bis etwa plus 24 Prozent und minus 13 Prozent. Die maximalen Abweichungen an der Sonde vom Nernst-Typ (Fig. 2) betragen etwa plusminus drei Prozent.

Herkömmliche Auswerteinrichtungen für die Meßsignale von Lambdasonden weisen einen Tiefpaß zum Ausfiltern schneller Störsignale und einen A/D-Wandler auf, der nach jedem Programmzyklus abgetastet wird. Die Integrationszeit des Tiefpasses darf nicht zu lange gewählt werden, damit das Ausgangssignal am A/D-Wandler nicht zu träge auf Änderungen des tatsächlichen Lambdawertes reagiert. Dadurch werden die druckbedingten Störungen nicht ausgefiltert, so daß das zum Abtastzeitpunkt bestimmte Ausgangssignal nach oben oder unten vom tatsächlichen Lambdawert abweichen kann. Die Regeleinrichtung, der das Ausgangssignal zugeführt wird, erhält demgemäß eine fehlerbehaftete Istwert-Information, was ein optimales Regelergebnis verhindert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Auswerteinrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die die Druckabhängigkeit des Meßsignales einer Lambdasonde korrigiert.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Auswerteinrichtung ist durch die Merkmale von Anspruch 1 gegeben. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Auswerteinrichtung zeichnet sich durch eine Integriereinrichtung aus, die nicht kontinuierlich mit sehr kurzer Zeitkonstante integriert wie das bisher verwendete Tiefpaßfilter, sondern die möglichst genau nur über ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer einer Druckschwankung, insbesondere genau über eine Periode, integriert. Die Periodendauer wird durch einen Zeitgeber aus ihm zugeführten Betriebskenngrößen, insbesondere in Abhängigkeit der Motordrehzahl, berechnet. Der Zeitgeber legt auch den Startzeitpunkt für die Integration fest.

Soll auf Grundlage des Ausgangssignales der Auswerteinrichtung die Einspritzzeit für alle Einspritzventile einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine gemeinsam gleich bestimmt werden, ist der Startzeitpunkt für die Integration frei wählbar. Liegt darüber hinaus der Fall so, daß jeder Zylinder im wesentlichen dieselben Druckschwankungen an der Lambdasonde hervorruft, reicht es aus, gerade über die Periodendauer einer Druckschwankung zu integrieren. Sind die Druckschwankungen dagegen von Zylinder zu Zylinder unterschiedlich, ist es vorteilhafter, über eine Dauer zu integrieren, in der Druckschwankungen von allen Zylindern erfaßt werden, also z.B. über vier Periodendauern bei einer Viertakt-Vierzylinder-Brennkraftmaschine.

Soll unterschiedliches Verhalten unterschiedlicher Zylinder erfaßt werden, ist es erforderlich, jeweils so genau wie möglich über eine Periodendauer zu integrieren und mit der Integration jeweils möglichst genau dann zu beginnen, wenn das Abgas von einem bestimmten Zylinder die Luftzahlsonde erreicht. Dies aus dem folgenden Grund.

Öffnet das Auslaßventil an einem bestimmten Zylinder, kommt es zu einer Druckwelle, die sich mit Schallgeschwindigkeit durch das Abgas fortpflanzt. Die Amplitude der Druckwelle, wie sie auch an der Lambdasonde durchläuft, hat gesehen über eine Periodendauer einen Verlauf entsprechend dem Verlauf der durch die Sonde angezeigten Werte der Luftzahl Lambda entsprechend den Fig. 1 oder 2. Es wird nochmals darauf hingewiesen, daß während der Messungen die Luftzahl konstant auf 1,25 gehalten wurde, und die angezeigten Luftzahlschwankungen durch Druckschwankungen verursacht sind. Das Abgas als solches bewegt sich erheblich langsamer von den Auslässen der Zylinder zur Lambdasonde als sich die von den Zylindern ausgehenden Druckwellen fortpflanzen. So ist es möglich, daß während derjenigen Periodendauer, während der die vom Zylinder 1 ausgehende Druckwelle an der Lambdasonde durchläuft, an der Sonde das vom Zylinder 3 einige Zeit zuvor ausgestoßene Abgas vorbeiströmt. Ändert sich nun die Drehzahl, hat dies keinen Einfluß auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Druckwelle, jedoch Einfluß auf die Strömungsgeschwindigkeit des Abgases. So ist es möglich, daß bei einer anderen Drehzahl als beim zuvor genannten Fall Abgas vom Zylinder 4 in demjenigen Zeitraum an der Sonde vorbeiströmt, in dem die vom Zylinder 1 ausgehende Druckwelle am Ort der Sonde durchläuft. Bei wieder einer anderen Drehzahl kann in einem ersten Teil der Periodendauer der Druckwelle noch Abgas vom Zylinder 3 durchströmen, während im restlichen Teil Abgas vom Zylinder 4 durchströmt. Da jeweils die Luftzahl für einen bestimmten Zylinder gemessen werden soll, muß die Integrationszeit unabhängig vom Beginn einer Druckschwankung auf denjenigen Zeitpunkt gelegt werden, zu dem gerade das Abgas von dem bestimmten Zylinder die Lambdasonde erreicht. Um den Einfluß der durchlaufenden Druckwelle auf die Messung der Luftzahl zu eliminieren, erfolgt die Integration genau über eine Periodendauer, unabhängig von der Phasenlage der Druckwelle.

Die gesamte Auswerteinrichtung kann durch einen Mikrorechner gebildet sein, wie dies derzeit für elektronische Bauelemente in Kraftfahrzeugen weitgehend üblich ist. Um jedoch den Mikrorechner von der Spezialaufgabe des Integrierens zu entlasten, ist es von Vorteil, als Integriereinrichtung ein gesondertes Bauteil zu verwenden, wie es für diesen Zweck im Handel üblich ist. Die Integriereinrichtung erhält dann vom Mikrorechner

lediglich ein Startsignal und ein Stoppsignal für die Integration oder ein Startsignal und eine Information betreffend die Integrationszeit.

### Zeichnung

Ein Blockdiagramm einer Auswerteinrichtung mit Integrationseinrichtung und Zeitgeber ist in Fig. 3 dargestellt. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden ausgehend von Fig. 3 in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Die Fig. 1 und 2 betreffend Darstellungen druckabhängiger Lambdawerte wurden bereits eingangs erläutert.

### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Die Auswerteinrichtung 10 gemäß dem Blockdiagramm von Fig. 3 weist eine Integriereinrichtung 11 und einen Zeitgeber 12 auf. Dem Zeitgeber 12 werden gemäß Ausführungsbeispiel sechs Größen zugeführt, nämlich Werte für die Last  $L$ , den Kurbelwinkel  $\gamma$ , die Drehzahl  $n$ , die Zahl  $Z$  der Zylinder, die Zahl  $T$  der Takte und die Zahl  $N$  der Periodendauern, über die integriert werden soll.

Der Zeitgeber 12 berechnet die Integrationszeit nach folgender Gleichung:

$$N \times T / (2 \times n \times Z).$$

Der Startzeitpunkt hängt maßgeblich von der seit dem Zeitpunkt des Auslaßöffners des betreffenden Zylinders verstrichenen Kurbelwinkeldifferenz  $\Delta \gamma$  ab. Im Zeitgeber 12 ist ein Kennfeld gespeichert, in dem adressierbar über die Last  $L$  und die Drehzahl  $n$  Startkurbelwinkel abgelegt sind. Für die jeweils gerade vorliegenden Werte von Last  $L$  und Drehzahl  $n$  wird der zugehörige Startkurbelwinkel ausgelesen. Sobald der zugeführte tatsächliche Kurbelwinkel  $\gamma$  mit dem ausgelesenen Startkurbelwinkel übereinstimmt, gibt der Zeitgeber 12 ein Startsignal an die Integriereinrichtung 11 ab. Außerdem wird eine Zeitschaltung in Gang gesetzt, die ein Stoppsignal an die Integriereinrichtung 11 abgibt, sobald die errechnete Integrationszeit verstrichen ist.

Die Integriereinrichtung 11 ist so aufgebaut, daß sie während der gesamten Integrationszeit, die bei langsamer Drehzahl und Integration über mehrere Periodendauern von Druckpulsationen bis zu etwa einer Sekunde betragen kann, linear integriert. Dies erfolgt entweder durch häufiges Abtasten durch eine digitale Integriereinrichtung mit vorgeschaltetem A/D-Wandler oder durch ein RC-Glied mit kürzerer Zeitkonstante, das jedoch so häufig abgetastet und bei jedem Abtasten auf Null zurückgesetzt wird, daß es jeweils in seinem linearen Bereich integriert. Die bei jedem Abtasten ausgelesenen Werte werden aufsummiert.

Gibt eine (nicht dargestellte) Lambdasonde bei einer Luftzahl Lambda von 1,2 als Meßsignal eine Spannung  $US$  von 60 mV konstant oder im Mittel ab, integriert die Integriereinrichtung 11 gemäß einem analogen Ausführungsbeispiel bis auf 40 mV oder gemäß einem digitalen Ausführungsbeispiel auf den Zählwert 120. Anderen Integrationswerten  $US_{int}$  entsprechen Meßsignale, die um denselben Faktor höher oder kleiner sind als die genannten 60 mV des eingehenden Meßsignales. Die Integrationswerte, die integrierten Spannungen entsprechen, werden in einer (nicht dargestellten) Regelungseinrichtung in zugehörige Lambdawerte umgesetzt. Dies erfolgt z.B. mit Hilfe eines in einem Speicher abge-

legten Feldes einander zugehöriger Integrations- und Lambdawerte.

Das Summations- bzw. Integrationssignal ist eigentlich noch zeitlich zu normieren, um bei unterschiedlichen Drehzahlen nicht unterschiedliche Integrationswerte ausgehend von gleichen Meßspannungen  $US$  zu erhalten. Auf diese zeitliche Normierung kann jedoch in der Regel verzichtet werden, da die Integrationswerte normalerweise in einem Regelsystem verwendet werden, das einen über Werte von Adressier-Betriebsgrößen, insbesondere die Drehzahl, adressierbaren Speicher für Lambda-Sollwerte aufweist. Zweckmäßigerweise werden die Sollwerte in diesem Speicher so abgelegt, daß sie für unterschiedliche Drehzahlen das Vorliegen unterschiedlicher Integrationszeiten berücksichtigen. Dann wirkt sich die fehlende zeitliche Normierung bei verschwindender Regelabweichung gar nicht und bei den in der Praxis auftretenden geringen Regelabweichungen kaum aus. Sollen auch diese kleinen Fehler vermieden werden, ist die zeitliche Normierung vorzunehmen, was durch Division durch die Periodendauer oder durch Multiplikation mit der Drehzahl in einer zur Integriereinrichtung gehörenden Normierungseinrichtung erfolgen kann.

Bei einem Versuchsaufbau wurde der Multiplikationsfaktor  $N$  zu "1" festgelegt, so daß die Integrationszeit der Periodendauer einer Druckpulsation entsprach. Dies hatte den Vorteil, daß sowohl Versuche betreffend das gemeinsame Regeln für alle Einspritzventile einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine durchgeführt werden konnten, wie auch Versuche für das getrennte Regeln der Einspritzzeit jedes einzelnen Ventiles. Im letzteren Fall wurde der Integrationswert für jeweils einen Zylinder auf das Stoppsignal hin über einen Multiplexer jeweils in einen Ergebnisspeicher übertragen, der dem Zylinder, für den die Messung stattfand, zugeordnet war. Der Betrieb der Regeleinrichtung wurde so gewählt, daß diese dann, wenn sie für die Regelung der Einspritzzeit des Einspritzventiles an einem bestimmten Zylinder einen Istwert benötigte gerade auf denjenigen Ergebnisspeicher zugriff, in dem der Integrationswert für den zugehörigen Zylinder gespeichert war.

Das Auswerten eines jeweiligen Integrationswertes kann auf vielfältige Art und Weise erfolgen. Oben wurde dargelegt, daß die (analogen oder digitalen) Integrationswerte einem Kennfeld zugeführt werden, aus dem zugehörige Lambdawerte ausgelesen werden. Um statt solcher Kennfelder herkömmliche Kennfelder verwenden zu können, die einen direkten Zusammenhang zwischen einem Sonden-Meßsignal und einem Lambdawert geben, ist es dagegen von Vorteil, jeden Integrationswert zunächst auf ein Meßsignal zu normieren. Bezogen auf das obige Ausführungsbeispiel bedeutet dies das Folgende. Dort ist angegeben, daß einem mittleren Meßsignal von 60 mV ein Integrationswert von 40 mV entspricht. Daraus läßt sich ein Multiplikationsfaktor von 1,5 errechnen, mit dem jeder Integrationswert multipliziert werden muß, um zum tatsächlichen mittleren Wert des Meßsignales zu kommen. Ist diese Multiplikation ausgeführt, kann für das Umrechnen in Lambdawerte ein herkömmliches Kennfeld Verwendung finden.

Bei vorstehendem Ausführungsbeispiel wurde der Startzeitpunkt für die Integration abhängig von der Drehzahl  $n$  und der Last  $L$  aus einem Kennfeld ausgelesen. Als Adressiergrößen für das Kennfeld können jedoch auch andere Betriebsgrößen Verwendung finden, z.B. gemessene Strömungsverhältnisse oder Druckverhältnisse. Auch kann es empfehlenswert sein, die Abga-

stemperatur mit in die berücksichtigten Größen einzu-  
beziehen, da die Schallgeschwindigkeit, mit der sich die  
Druckwelle im Abgas fortpflanzt, von der Temperatur  
des Abgases abhängt. Anstatt die Startzeitpunkte aus  
einem Kennfeld auszulesen, ist es auch möglich, den  
Startzeitpunkt über berechnete Gaslaufzeiten zu be-  
stimmen. Die Berechnung erfolgt wiederum ausgehend  
von überwachten Betriebsgrößen. Ob in einem jeweili-  
gen Fall die Startzeitpunkte aus einem Kennfeld ausge-  
lesen werden oder ob sie berechnet werden, hängt unter  
anderem von der erforderlichen minimalen Zykluszeit  
für ein Rechenprogramm eines gesamten Regelsystems  
ab. Steht für das Bestimmen des Startzeitpunktes nur  
wenig Rechenzeit zur Verfügung, ist es vorteilhafter,  
mit einem Kennfeld zu arbeiten. Dies erfordert jedoch  
einen größeren Speicher als die Ausführungsform, bei  
der berechnet wird.

Die bisherigen Ausführungsbeispiele beziehen sich  
auf eine Brennkraftmaschine mit einer einzigen  
Lambdasonde mit Auswerteinrichtung. An einer Brenn-  
kraftmaschine können jedoch auch mehrere Lambda-  
sonden mit jeweils einer zugehörigen Auswerteinrich-  
tung vorhanden sein. Wird im Einzelabgasrohr eines  
jeden Zylinders eine Lambdasonde angeordnet, kann  
die Integration über ganzzahlige Vielfache der Peri-  
odendauer bei beliebig gewähltem Startzeitpunkt erfol-  
gen. Wird dagegen bei einer Maschine mit mehreren  
Hosenrohren für jeweils eine Gruppe von Einzelabgas-  
rohren an jedem Hosenrohr jeweils eine Lambdasonde  
angeordnet, gilt für die jeweilige Sonde das im Hinblick  
auf eine einzige, im Sammelrohr einer Brennkraftma-  
schине angeordnete Sonde oben Beschriebene. Hier ist  
es wieder zum zylinderspezifischen Zuordnen von Si-  
gnalen erforderlich, den jeweiligen Startzeitpunkt bezo-  
gen auf Kurbelwinkeldifferenzen festzulegen, wie oben  
angegeben.

#### Patentansprüche

1. Auswerteinrichtung zum Gewinnen eines um  
Störungen bereinigten Ausgangssignales aus dem  
Meßsignal einer im Abgas einer Brennkraftmaschi-  
ne anzuordnenden Lambdasonde, gekennzeichnet  
durch

- eine Integriereinrichtung (11), der das Son-  
den-Meßsignal zugeführt wird, die dieses über  
eine Integrationszeit ab einem Startzeitpunkt  
integriert, und die das integrierte Signal als  
Ausgangssignal ausgibt, und
- einen Zeitgeber (12), der den Startzeitpunkt  
für die Integration festlegt und aus ihm zuge-  
führten Betriebskenngrößen die Periodendau-  
er von Druckpulsationen des Abgases berech-  
net und aus dieser berechneten Periodendauer  
durch Multiplikation mit einem vorgebbaren  
ganzzahligen Faktor die Integrationszeit be-  
stimmt.

2. Auswerteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß für ein Anwenden auf einzelne  
Zylinder einer Brennkraftmaschine der Faktor "1"  
ist und der Zeitgeber (12) abhängig von den ihm  
zugeführten Betriebsgrößen jeden Startzeitpunkt  
so bestimmt, daß er jeweils gerade demjenigen  
Zeitpunkt entspricht, zu dem im Anwendungsfall  
das Abgas von einem bestimmten Zylinder die  
Lambdasonde erreicht.

3. Auswerteinrichtung nach Anspruch 2, dadurch  
gekennzeichnet, daß der Zeitgeber (12) einen Start-

zeitpunktspeicher enthält, der zu vorgegebenen  
Werten von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschi-  
ne, insbesondere der Drehzahl, gehörige Startzeit-  
punkte speichert, die über die vorgegebenen Werte  
adressierbar sind.

4. Auswerteinrichtung nach Anspruch 2, dadurch  
gekennzeichnet, daß der Zeitgeber jeden Startzeit-  
punkt aus den jeweils aktuellen Werten der ihm  
zugeführten Betriebsgrößen berechnet.

5. Auswerteinrichtung nach einem der Ansprüche 1  
bis 4, gekennzeichnet durch mehrere Ergebnisspei-  
cher von denen jeder einem Zylinder der Brenn-  
kraftmaschine zugeordnet ist, an der die Auswert-  
einrichtung (10) anzuordnen ist und wobei jeder  
Ergebnisspeicher mit der Integriereinrichtung so  
verbunden ist, daß er von dieser dasjenige Aus-  
gangssignal erhält, das aus zum zugehörigen Zylin-  
der gewonnenen Meßsignalen gewonnen ist.

6. Auswerteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß für eine Anwendung ohne Un-  
terscheidung einzelner Zylinder der Brennkraftma-  
schине der Startzeitpunkt beliebig vom Zeitgeber  
(12) bestimmt wird.

7. Auswerteinrichtung nach einem der Ansprüche 1  
bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Startzeit-  
punkte durch Kurbelwinkel gegeben sind.

8. Auswerteinrichtung nach einem der Ansprüche 1  
bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der  
Zeitgeber (12) durch einen Mikrorechner gebildet  
ist.

9. Auswerteinrichtung nach Anspruch 8, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Integriereinrichtung (11)  
ein integriertes Bauelement mit einer rücksetzba-  
ren, abtastbaren RC-Integrationsschaltung ist.

10. Auswerteinrichtung nach einem der Ansprüche  
1 bis 9, gekennzeichnet durch eine zur Integrierein-  
richtung (21) gehörenden Normierungseinrichtung,  
die das integrierte Signal zeitlich auf die Perioden-  
dauer normiert, z.B. durch Division durch die Peri-  
odendauer oder durch Multiplikation mit der Dreh-  
zahl einer Brennkraftmaschine.

3743315

Nummer:

Int. Cl.4:

Anmelde

Offenlegungstag:

37 43 315

G 01 D 1/04

21. Dezember 1987

29. Juni 1989

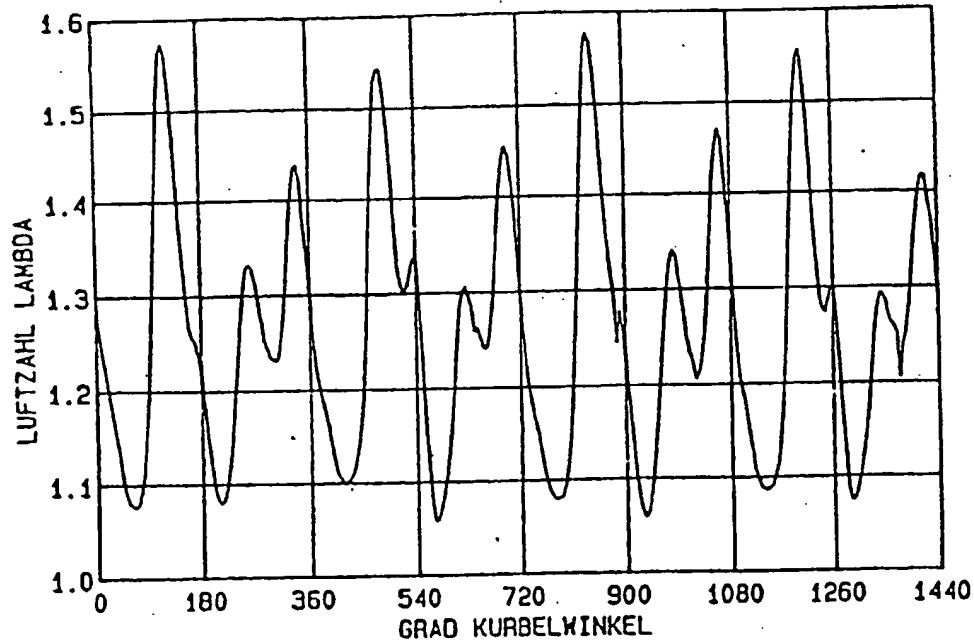


Fig. 1

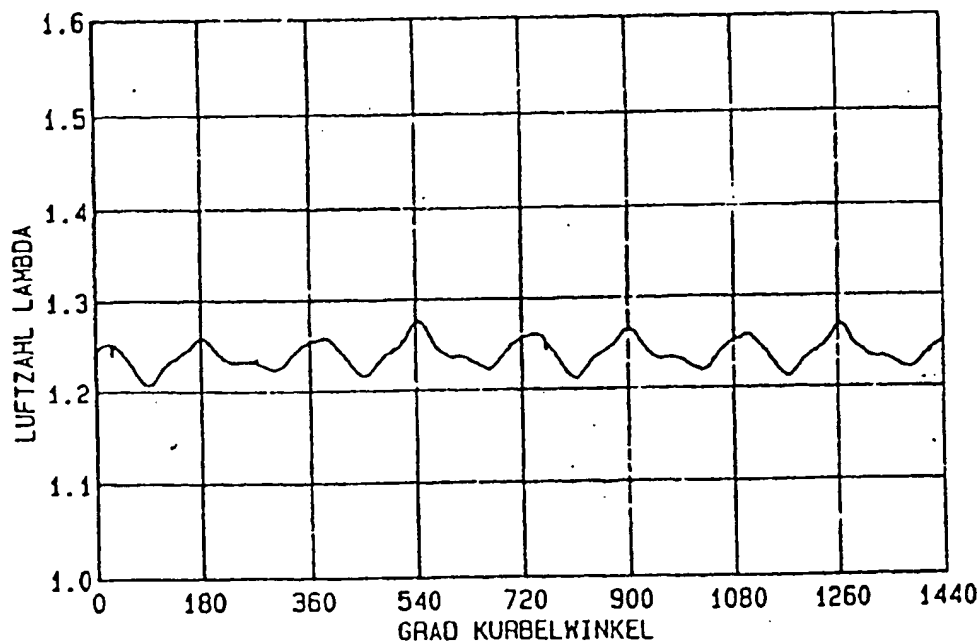


Fig. 2

43315

13\*

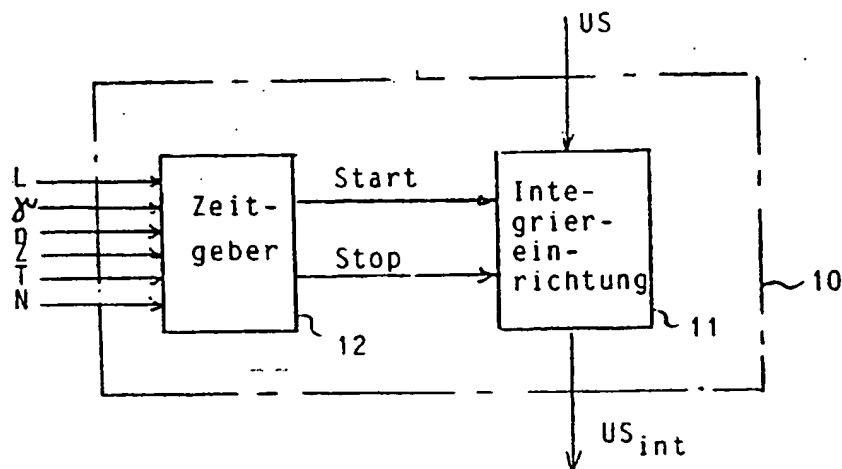


Fig. 3